

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

B60H 1/32

F04B 53/14



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00102399.3

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1104342C

[22] 申请日 2000.2.25 [21] 申请号 00102399.3

[30] 优先权

[32] 1999.2.26 [33] JP [31] 51688/1999

[71] 专利权人 株式会社丰田自动织机制作所  
地址 日本爱知县

[72] 发明人 加藤崇行 杉冈隆弘 福嶋茂男  
山下二郎 山口哲司

[56] 参考文献

EP818625A2 1998.01.14 F04B39/00

US5486299A 1996.01.23 C10M107/44, C02F1/00, 3/  
00

US5700093A 1997.12.23 F10C9/04

审查员 程跃新

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

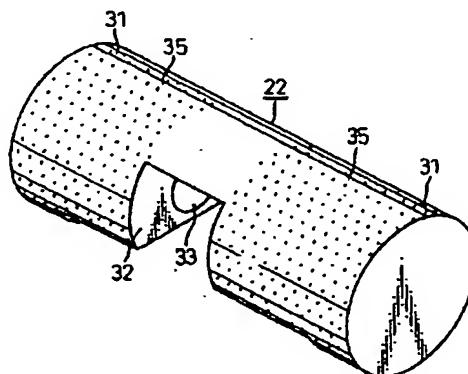
代理人 郑建晖 黄力行

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称 活塞式压缩机的活塞

[57] 摘要

一种成形于活塞外周侧面上的涂层，它主要含有碳氟树脂和一种粘结剂，它还含有一种其莫氏硬度为 2.0—5.0 且基于碳氟树脂体积百分比为 0.05%—12% 的耐磨添加剂。这样就产生了一种其涂层具有优良耐磨性能的活塞式压缩机的活塞。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

- 
1. 一种活塞式压缩机的活塞，它具有一个涂覆在活塞外周侧面上的涂层，所述涂层以每 100 份（重量百分比）碳氟树脂对 50 份-400 份（重量百分比）粘结剂的比例含有碳氟树脂和粘结剂，并且它还含 5 有一种其莫氏硬度为 2.0-5.0 且基于碳氟树脂体积百分比为 0.05%-12% 的耐磨添加剂。
  2. 如权利要求 1 所述的活塞式压缩机的活塞，其特征在于，耐磨添加剂的莫氏硬度为 2.5-4.5。
  3. 如权利要求 1 所述的活塞式压缩机的活塞，其特征在于，耐磨 10 添加剂的莫氏硬度为 3.0-4.0。
  4. 如权利要求 1 所述的活塞式压缩机的活塞，其特征在于，耐磨 添加剂的莫氏硬度为 4.0。
  5. 如权利要求 1-4 中任一项所述的活塞式压缩机的活塞，其特征 在于，耐磨添加剂具有固态润滑性能。
  6. 如权利要求 1-4 中任一项所述的活塞式压缩机的活塞，其特征 在于，耐磨添加剂是氟化钙。
  7. 如权利要求 1-4 中任一项所述的活塞式压缩机的活塞，其特征 在于，耐磨添加剂具有不大于 10 微米的平均粒径。

## 活塞式压缩机的活塞

本发明涉及一种例如用在汽车空调系统中的压缩机的活塞。

5 活塞式压缩机是一种用在汽车空调系统中的压缩机。在这种压缩机中的一些活塞被构造成没有活塞环，从而活塞外周侧面直接接触缸腔的内周侧面。对于具有这种结构的活塞来说，由于没有设置活塞环，所以必须保证活塞外周侧面与缸腔内周侧面之间的滑动性能、密封性能和耐磨性能。

10 传统的做法是在活塞外周侧面上形成一个主要由碳氟树脂等构成的涂层，以保证上述的滑动性能、密封性能和耐磨性能（例如，参见日本未审查专利申请公开号(Kokai)9-256952、10-26081、10-169557和10-299654）。

15 但是，在具有主要由碳氟树脂构成的涂覆材料来形成涂层的传统活塞式压缩机的活塞中，已经出现了涂层耐磨性能不总是令人满意的问题。

20 鉴于现有技术的这些已有问题，本发明人完成了本发明，本发明的目的是提供一种其涂层具有优良耐磨性能的活塞式压缩机的活塞。

25 本发明的活塞式压缩机的活塞是一种在活塞外周侧面上涂覆了涂层的活塞式压缩机的活塞，所述涂层以每100份（重量百分比）碳氟树脂对50份-400份粘结剂的比例包含有碳氟树脂和粘结剂，它还包含有莫氏硬度为2.0-5.0且基于碳氟树脂体积百分比为0.05%-12%的耐磨添加剂。

图1是压缩机的纵向截面视图。

图2是活塞的透视图。

图3是滚筒式涂覆装置的示意图。

图4是表示莫氏硬度与耐磨性能之间的关系的曲线图。

30 涂覆在本发明的活塞式压缩机的活塞的外周侧面上的涂层是通过给活塞式压缩机的活塞的外周侧面上涂覆这样的涂层溶液而形成的，所述涂层溶液是通过在100份（重量百分比）碳氟树脂的有机溶剂中溶解50份-400份（重量百分比）的粘结剂以及其莫氏硬度为

2.0-5.0 且基于碳氟树脂体积百分比为 0.05%-12% 的耐磨添加剂并接着通过如烘干方式除去该有机溶剂而形成的。如果需要，也可以通过以约占到百分之几十的比例将其它所需的添加剂加入涂层溶液中来使涂层包含这些添加剂，只要这些添加剂不影响本发明的效果就行。

5 作为这样的添加剂的一个例子，它们可以是染料和颜料。

根据本发明，涂覆在活塞式压缩机中活塞的外周侧面上的涂层的厚度可以是适于活塞式压缩机使用目的和环境的任何数值，但是它通常为 20 微米-60 微米。

本发明所用的耐磨添加剂是莫氏硬度为 2.0-5.0 的矿物无机物或  
10 无机化合物，并且可以采用一种能够均匀弥散在涂层中的耐磨添加剂。确切地说，它可以由粉末、微粒或者微片物质构成。如果耐磨添加剂的莫氏硬度低于 2，则耐磨性能表现不足。如果耐磨添加剂的莫氏硬度高于 5，则它将会擦伤与涂层表面接触的滑动面。

莫氏硬度在上述范围内的耐磨添加剂以基于碳氟树脂成分占  
15 0.05%-12% 的体积百分比使用在涂层中。当低于此范围时，耐磨性能表现不足。当高于此范围时，它将会擦伤与涂层表面接触的滑动面。从耐磨性能的角度出发，耐磨添加剂的莫氏硬度最好为 2.5-4.5，更好地为 3.0-4.0。莫氏硬度是各种耐磨添加剂的固有特性值。根据本发明，所用的耐磨添加剂是一种其莫氏硬度在此范围内的矿物无机物  
20 质或无机化合物，它已经经过破碎等处理而形成了上述形状（粉末、微粒等）。

常用的耐磨添加剂具有不大于 10 微米的平均粒径。如果平均粒径超过 10 微米，则可能无法获得光滑的涂覆面并可能因此降低了实用性能。

25 作为具体的耐磨添加剂，可以采用氟化钙、氧化锌、云母、氢氧化铝、氮化硼、碳酸钙、三磷酸钙、硫酸钡等，但对耐磨添加剂没有特殊限制。

最好选择具有固态润滑性能的耐磨添加剂。可提到的一个例子就是氟化钙。

30 作为碳氟树脂，可以采用 PTFE（聚四氟乙烯）、ETFE（乙烯四氟乙烯）、FEP（四氟乙烯-六氟丙烯共聚物），但是对此没有限制。本发明所用的碳氟树脂通常成粉末状或者是粉末物质。这样的碳氟树脂

从很多地方都可以买到，例如，可以在市场上买到商标名为 Hostaflon TF (Hoechst Industries Inc.) 和 Cephral Loop (Central Glass Co., Ltd) 的聚四氟乙烯。所用的粘结剂通常是耐磨性能高的热固树脂。它例如可以是聚酰胺-酰亚胺树脂、聚酰胺树脂、环氧树脂、酚树脂等，但对此没有限制。

在绝大多数情况下，这些树脂以用溶剂稀释的形式出售，这样的商品也可以用到本发明中。当这样的用溶剂稀释的产品被用于本发明时，固态部分（树脂成分）用作本发明的粘结剂。例如，聚酰胺-酰亚胺树脂是以 HPC 系列（日立化学有限责任公司）商标名出售的。

在涂层溶液中的溶剂比例不受特殊限制，只要能均匀地溶解或分散粘结剂、碳氟树脂和耐磨添加剂以形成适于涂覆和其他操作的条件就行了。尽管溶剂通常是以每 100 份其他成分的总重对约 100 份（重量百分比）溶剂来使用的，但是可以根据需要选择所用的溶剂量。

根据权利要求 1，可以利用耐磨添加剂提高涂层耐磨性能。图 4 示出了当在活塞上形成了含耐磨添加剂的涂层时所获得的结果并且示出了在活塞处于特殊环境的情况下使活塞式压缩机工作后所测得的涂层磨损情况。包含莫氏硬度为 2.0-5.0 的耐磨添加剂的涂层其磨损程度较小并且它比不含上述耐磨添加剂的涂层更耐磨。与之相比，当涂层含有莫氏硬度低于上述范围的耐磨添加剂时，耐磨性能明显降低。相反地，当莫氏硬度超过上述范围时，在接触涂层的缸壁内周侧面上出现了严重磨损。

根据权利要求 2 所述的本发明，耐磨性能的提高令人满意。

根据权利要求 3 所述的本发明，耐磨性能的提高更令人满意。

根据权利要求 4 所述的本发明，耐磨性能的提高最令人满意。

根据权利要求 5 所述的本发明，添加剂的固态润滑性能减小了活塞滑动阻力，由此具有令人满意的滑动性。

根据权利要求 6 所述的本发明，使用表现出高莫氏硬度和强固态润滑性能的氯化钙可以产生很适当的耐磨性和滑动性。

根据权利要求 7 所述的本发明，可以更令人满意地维持权利要求 6 的效果。

现在将描述本发明的具体实施例。

图 1-图 3 示出了本发明的双头活塞式压缩机的双头活塞的具体实

施例。

中心缸 11、12 被固定在一起，前缸盖 13 和后缸盖 14 通过各隔板 15、16 被前后固定住。中心缸 11、12 和前、后缸盖 13、14 是由铝合金制成的。驱动轴 18 通过径向轴承 17 可转动地支撑在两个缸 5 11、12 之间。隔板 19 被固定在驱动轴 18 的中心段处，隔板 19 通过止推轴承 20 被支撑在前、后缸盖 13、14 上。

在前、后缸盖 13、14 上，在同一圆上等间距地形成了一系列的缸腔孔 21，每个缸腔孔以驱动轴 18 的轴线为中心。活塞 22 以能够往复运动的方式被装在前、后对置的缸腔孔 21 内，隔板 19 的外周边通过支承靴 23 与其中间段相连。活塞 22 是由铝合金制成的。

当使驱动轴 18 转动时，隔板 19 随之枢轴式转动，这种枢轴式转动造成活塞 22 往复移动。制冷气体于是通过吸入孔 25 和吸气阀 26 从与一条外部制冷环路（未示出）相连的吸入室 24 中被吸入缸腔 21。制冷气体被压缩并通过排气口和排气阀 28 被排入排气腔 29，而且从 15 排气腔 29 中被送往一条外部制冷剂环路。

至于活塞 22 的结构，如图 2 所示，活塞 22 是整体成圆柱形的铸铁件。活塞 22 的一个圆柱头 31 在前面被插入缸腔 21 内，而另一个圆柱头 31 在后面被插入缸腔 21 内。通过除去靠近两活塞头 31 之间中央段的一个部分而形成了一个凹槽 32。一个用作容纳部以容纳支承靴 23 的靴座 33 成型于此凹槽 32 中。支承靴容纳在靴座 33 内。

一个主要由碳氟树脂和粘结剂构成的涂层 35 作为数十微米厚的涂层成形于两个活塞头 31 的外周侧面上，并且作为缸腔 21 的滑动部分。因此，可以确保活塞 22 的外周侧面与缸腔 21 的内周侧面之间的密封性能、低磨擦滑动性能和耐磨性能。

25 涂层 35 中的碳氟树脂与粘结剂的重量比为每 100 份（重量百分比）碳氟树脂对 50 份-400 份（重量百分比）粘结剂。涂层 35 以基于碳氟树脂占 0.1% 的体积百分比含有平均粒径为 5 微米的氟化钙来作为耐磨添加剂。氟化钙的莫氏硬度为 4.0 并且氟化钙具有固态润滑性能。

30 顺便说一句，利用如图 3 所示的滚筒式涂覆装置 51 形成了涂层 35。滚筒式涂覆装置 51 设有用以储存涂覆材料 C 的原料槽 52 和一个金属滚筒 53、一个以预定间隔距金属滚筒 53 设置的逗号形滚筒 54、

与金属滚筒 53 接触的合成橡胶转移滚筒 55、可转动地支承活塞 22 的工作架 56 以及用于驱动工作架 56 和各滚筒 53-55 沿各自箭头方向转动的带电机的驱动机构（未示出），其中金属滚筒 53 的外周边的一部分浸没在原料槽 52 的涂覆材料 C 中。

5 当启动驱动机构以使滚筒 53-55 和活塞 22 转动时，原料槽 52 中的涂覆材料 C 沿滚筒 53 外周方向连续粘附到该金属滚筒 53 的外周侧面上。在粘附到金属滚筒 53 上的涂覆材料 C 的薄膜厚度经过逗号形滚筒 54 的修正之后，它被传递给与之接触的转移滚筒 55。涂覆材料 C 被转移涂覆到与转移滚筒 55 接触的活塞头部 31 上。一旦活塞 22  
10 被涂覆上了涂覆材料 C，马上烘干涂覆材料并使之凝固成涂层 35。

由于具有这种结构的活塞 22 具有含氟化钙的涂层 35，所以它显示出以下效果。

15 氟化钙的固态润滑性能减小了缸腔 21 内周侧面与涂层 35 之间的磨擦阻力。活塞 22 的滑动性能因此得到改善，由此给压缩机提供了增强的工作效率。如果氟化钙的平均粒径不大于 10 微米且优选地为 1  
微米-5 微米，则产生了更好的滑动性能。

由于涂层 35 含有硬度大致等于构成缸腔 21 的中心缸 11、12 硬度的氟化钙，所以如图 4 所示的那样，涂层 35 的耐磨性能显著提高。因此，可以长时间保持强密封性能，因此能够保持压缩机的工作效  
20 率。

根据本发明，基于碳氟树脂的体积百分比至少为 0.05% 的氟化钙混合比将能够显示出其性能。在上述实施例的涂层 35 中，氟化钙基于碳氟树脂的体积百分比为 0.1%，这能够显示出氟化钙的性能足以确保上述滑动性能和耐磨性能。如果氟化钙基于碳氟树脂的混合比超过了 12%（体积百分比），则涂层中的粘结剂和碳氟树脂的相对比例将降低，从滑动性能等角度出发，这是不理想的。

30 涂层 35 中的碳氟树脂与粘结剂的比例以重量来表示为每 100 份（重量百分比）碳氟树脂对 50 份-400 份（重量百分比）粘结剂，因此确保了涂层 35 的耐磨强度、耐磨性能和滑动性能之间的平衡。如果粘结剂比较少，则涂层 35 与活塞的粘结强度将降低。如果粘结剂比例比较高，也就是说如果碳氟树脂比例较低，则耐磨性能和滑动性能将降低。

本发明不局限于这些实施例，它也可以采用以下具体形式。

一种除氯化钙之外的物质如氧化锌、云母、氢氧化铝等被单独地或混合地用作耐磨添加剂，或者将其添加到氯化钙中。混合比例和颗粒大小如上述实施例所述。

5 一种具有不同莫氏硬度的物质被用作了耐磨添加剂。例如，使用了一种莫氏硬度为 2.5-4.5 的物质或者莫氏硬度为 3.0-4.0 的物质。这仍产生了上述实施例的效果。当然，这仍将适用于具有不同莫氏硬度的物质被混合起来的场合。

#### 参考例 1

10 制备出含有碳氟树脂、粘结剂和氯化钙的涂覆溶液，将所述溶液涂覆到一个基底（以下称其为“圆盘”）上并且在 180°C 下焙烧 90 分钟，随后通过下述实验方法测量耐磨性能。

#### 涂覆溶液的成分

##### （1）含氟树脂

15 聚四氟乙烯粉末（平均粒径：4 微米；松密度：280 ± 80g/L；生产方法：乳液聚合方法）：100 份（重量百分比）

##### （2）粘结剂

聚酰胺-酰亚胺：日立化学有限责任公司（Hitachi Chemical co.）的 HPC-5000

20 160 份（重量百分比）（作为固体成分）

##### （3）溶剂

N-甲基吡咯烷酮： 340 份（重量百分比）

二甲苯： 30 份（重量百分比）

##### （4）氯化钙（平均粒径：3 微米；莫氏硬度：4.0）

25 添加量（基于碳氟树脂的体积百分比）与磨损程度的关系如下所示：

氯化钙 (体积%)	0	0.05	0.3	1.0	3.0	5.0	8.0	12.0	15.0
磨 损 程 度 (微米)	10	2.0	1.0	0.5	0	0.5	1.0	2.0	8.0

测量方法和条件：磨损程度是通过在 4 千克压力下将一个环焊接到一个其涂层厚 30 微米的圆盘上而进行测量的，并且在以 500 转/分

的速度无油转动 20 小时后测量涂层的磨损程度。

### 参考例 2

按照与参考例 1 相同的方式形成涂层，但是未采用在参考例 1 中体积百分比为 0.3% 的氯化钙，而使用了体积百分比占 0.3% 的下述耐磨添加剂；涂层磨损程度是按照与参考例 1 相同的方式测得的。其结果和氯化钙体积百分比为 0.3% 的结果都列于下表中。

	莫氏硬度	平均粒径(微米)	磨损程度(微米)
未添加			10
石墨(六角体)	1.5	5.0	9
氮化硼(六角体)	2.0	1.5	5
云母(单斜晶)	2.5	3.0	3
氢氧化铝(六角体)	3.0	1.0	2
碳酸钙	3.5	0.04	2
氯化钙(立方体)	4.0	3.0	1
氧化锌(六角体)	4.5	0.6	2
三磷酸钙(非晶体)	5.0	2.0	4

### 例子

在根据参考例 2 的双头隔板活塞式压缩机中活塞的外周侧面上形成了含石墨、云母、氯化钙或三磷酸钙的涂层(约厚 30 微米)，并且在以下条件下在实际机器上进行实验，得到了以下结果(图 4)：

压缩机：双头隔板活塞式压缩机

制冷剂/油： R134/PAG

转速： 700 转/分

工作时间： 100 小时

耐磨添加剂(0.3% 的体积百分比)	莫氏硬度	局部磨损(微米)
石墨(六角体)	1.5	13
云母(单斜晶)	2.5	7
氯化钙(立方体)	4.0	3
三磷酸钙(非晶体)	5.0	8

15 在一种情况下，整体磨损程度大于在上述实验结果中的情况，但

是即使在最易磨损的活塞局部区域测量时，莫氏硬度也为 1.5，而其他磨损程度小，因此仍然能看得到优良的耐磨性能。

如这些实施例所示，本发明表现出以下效果。

根据权利要求 1 的本发明，含有一种基于碳氯树脂体积百分比为 5 0.05%-12% 的耐磨添加剂，于是在保证了令人满意的密封效果的同时，改善了耐磨性能。

根据权利要求 2 的本发明，耐磨添加剂的莫氏硬度为 2.5-4.5，耐磨性能由此得到改善。

根据权利要求 3 的本发明，耐磨添加剂的莫氏硬度为 3.0-4.0，10 由此进一步提高了耐磨性能。

根据权利要求 4 的本发明，耐磨添加剂的莫氏硬度为 4.0，从而获得最令人满意的耐磨性能。

根据权利要求 5 的本发明，使用固态润滑剂作为耐磨添加剂，由此可以降低作用在活塞上的滑动阻力以获得令人满意的滑动性能。

15 根据权利要求 6 的本发明，使用氟化钙，它显示出高莫氏硬度和强固态润滑性能，因此可以获得很适当的耐磨性能和滑动性能。

根据权利要求 7 的本发明，氟化钙的平均粒径不大于 10 微米，因此可以令人满意地维持权利要求 6 的效果。

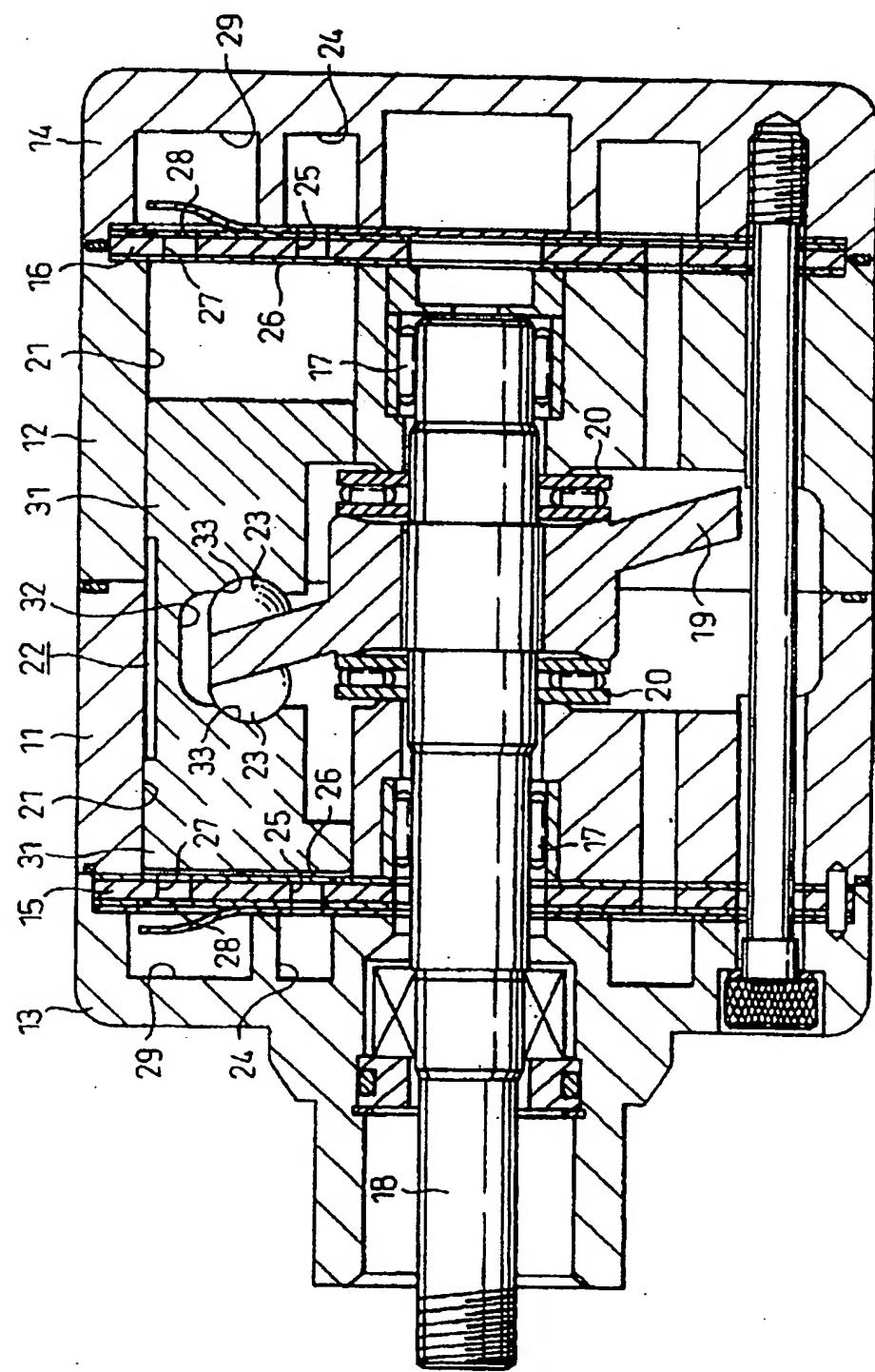


图 1

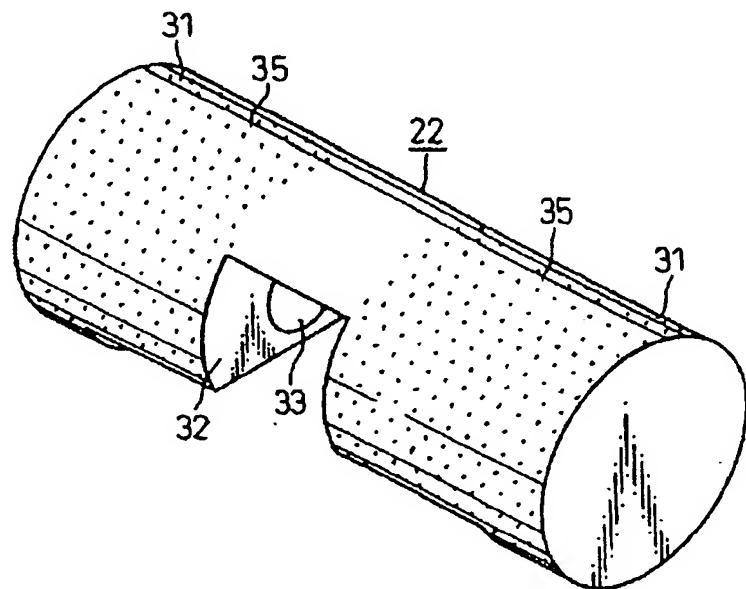


图 2

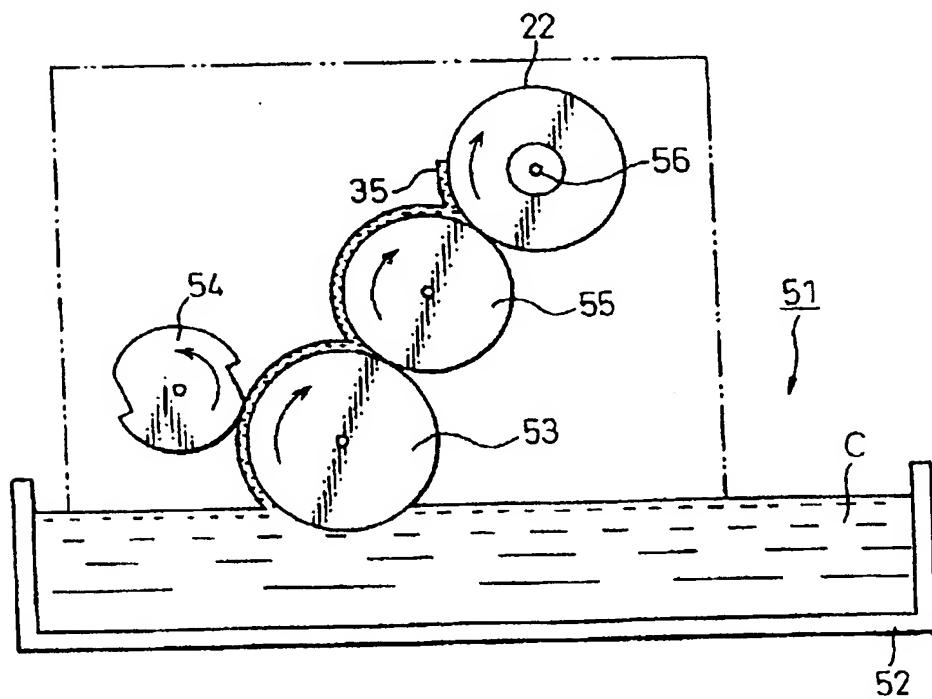


图 3

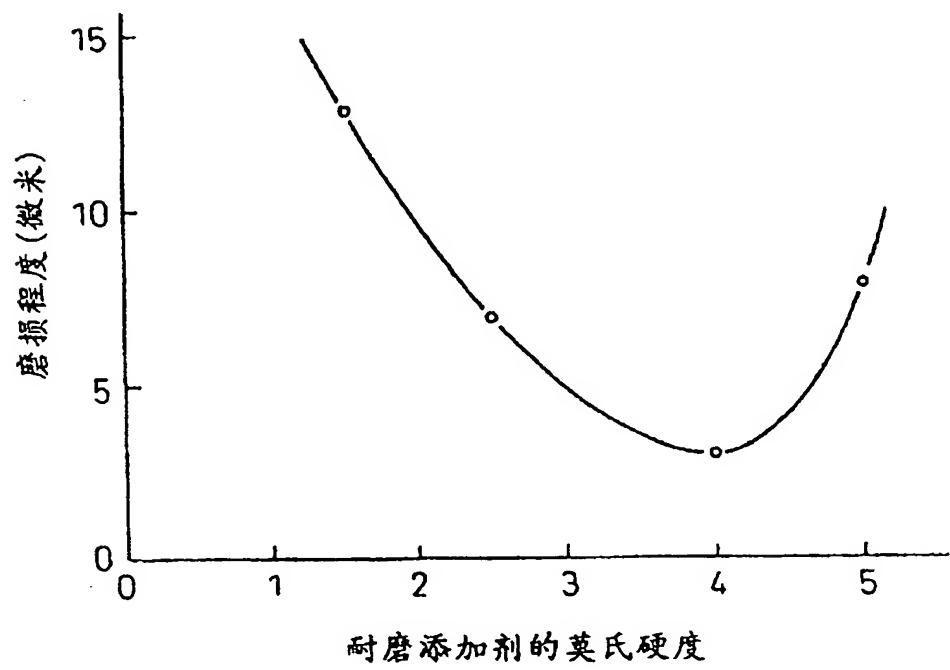


图 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADING TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**